

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Application Serial No. Not Yet Assigned
 Filing Date April 9, 2004
 Inventor Takeshi Yano et al.
 Assignee Satake Corporation and E.M. Precision Technologies Ltd.
 Group Art Unit Unknown
 Examiner Unknown
 Attorney's Docket No. IS8-047
 Title: Piezoelectric Air Valve and Multiple-Type Piezoelectric Air Valve

CLAIM FOR PRIORITY

To: Mail Stop Patent Application
 Commissioner for Patents
 P.O. Box 1450
 Alexandria, VA 22313-1450

From: D. Brent Kenady
 Tel. 509-624-4276; Fax 509-838-3424
 Wells St. John P.S.
 601 W. First Avenue, Suite 1300
 Spokane, WA 99201-3828

Sir:

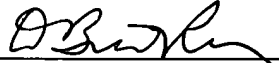
In accordance with the provisions of 35 U.S.C. §119, applicant hereby claims the benefit of the filing date of applicant's corresponding Japanese Patent Application No. 2003-113786, filed on April 18, 2003.

A certified copy of the originally filed Japanese Patent Application is enclosed herewith.

If there are any questions, the Examiner is invited to contact the undersigned for a telephone interview.

Respectfully submitted,

Dated: 4-9-04

By: 
D. Brent Kenady
Reg. No. 40,045

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 4月18日
Date of Application:

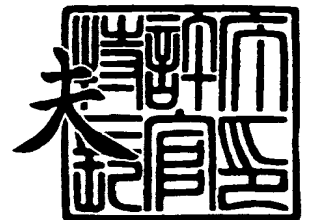
出願番号 特願2003-113786
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP 2003-113786]

出願人 株式会社サタケ
Applicant(s): 有限会社電子精機

2004年 3月25日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井 康夫



出証番号 出証特2004-3024923

【書類名】 特許願

【整理番号】 DP030318

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 F16K 7/12

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都品川区二葉四丁目 8 番 1 号 有限会社電子精機内

 【氏名】 矢野 健

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県横浜市都筑区荏田東三丁目 4 番 2 6 号

 【氏名】 樋口 俊郎

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都豊島区巢鴨 5 - 4 5 - 9

 【氏名】 工藤 謙一

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都文京区本郷 6 - 6 - 1 1

 【氏名】 徐 世傑

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都千代田区外神田四丁目 7 番 2 号 株式会社サタケ
内

 【氏名】 柴田 恒彦

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都千代田区外神田四丁目 7 番 2 号 株式会社サタケ
内

 【氏名】 池田 憲政

【特許出願人】

 【識別番号】 000001812

 【氏名又は名称】 株式会社サタケ

【特許出願人】

【識別番号】 502254796

【氏名又は名称】 有限会社電子精機

【代理人】

【識別番号】 100085785

【弁理士】

【氏名又は名称】 石原 昌典

【選任した代理人】

【識別番号】 100063369

【弁理士】

【氏名又は名称】 石原 孝志

【選任した代理人】

【識別番号】 100124257

【弁理士】

【氏名又は名称】 生井 和平

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 059156

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 圧電式エアバルブおよび複合圧電式エアバルブ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 粒状物選別機に用いる圧電式エアバルブであって、該エアバルブは、

空気圧供給手段から供給される圧力空気を受け入れる空気圧力室と、該空気圧力室から外部に通じる空気排出口とを具えたエアバルブ本体と、

前記空気圧力室と空気排出口との間の開放／閉鎖を制御する弁体と、

前記弁体の開放／閉鎖動作に必要な駆動力を変位として発生する圧電素子と、

前記圧電素子が発生する変位を、拡大して前記弁体に作用させる少なくとも一つの変位拡大機構とを具備し、

前記弁体、前記変位拡大機構、前記圧電素子は、相互に機械的に連結されていること、および、前記圧電素子に電圧が印加されたときには、該圧電素子によって発生した変位が前記変位拡大機構によって拡大された変位に基づき前記弁体の開放制御が行われ、他方、前記圧電素子への電圧印加が解除されたときには、前記圧電素子の復帰力に基づき前記弁体の閉鎖制御が行われることを特徴とする圧電式エアバルブ。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の圧電式エアバルブにおいて、前記変位拡大機構は、

一端が前記圧電素子に結合された第 1 ヒンジ部材と、

前記第 1 ヒンジ部材と平行な関係で、一端が前記エアバルブ本体に接合された第 2 ヒンジ部材と、

前記第 1 及び第 2 ヒンジ部材の各他端が接合される、前記第 1 ヒンジ部材と第 2 部材との間の距離よりも長く延在するアーム部材とからなり、

前記第 1 ヒンジ部材が力点、前記第 2 ヒンジ部材が支点、前記アーム部材の前方端が作用点としてそれぞれ作用し、前記支点と前記力点の間の距離を L_1 、前記支点と前記作用点との間の距離を L_2 ($L_1 < L_2$) としたとき、前記圧電素子で発生した変位は、前記作用点においてテコの原理により L_2 / L_1 倍に拡大されることを特徴とする圧電式エアバルブ。

【請求項 3】 請求項 2 に記載の圧電式エアバルブにおいて、前記アーム部材は、先端部に前記弁体を一体的に有していることを特徴とする圧電式エアバルブ。

【請求項 4】 請求項 2 に記載の圧電式エアバルブにおいて、前記第 1 ヒンジ部材は、キャップ部材を介して前記圧電素子に接続されることを特徴とする圧電式エアバルブ。

【請求項 5】 請求項 1 に記載の圧電式エアバルブにおいて、前記空気排出口と前記弁体との間には弁座が設けられることを特徴とする圧電式エアバルブ。

【請求項 6】 請求項 1 に記載の圧電式エアバルブにおいて、前記変位拡大機構が、前記空気排出口から見て対称的に、上側変位拡大機構と下側変位拡大機構の二つ設けられていることを特徴とする圧電式エアバルブ。

【請求項 7】 請求項 6 に記載の圧電式エアバルブにおいて、前記上側変位拡大機構が、

一端が前記エアバルブ本体に結合され、支点として作用する第 1 ヒンジ部材と

、
前記第 1 ヒンジ部材と平行な関係で一端が前記圧電素子に接合され、力点として作用する第 2 ヒンジ部材と、

前記第 1 及び第 2 ヒンジ部材の各他端がそれぞれ接合され、前記第 1 ヒンジ部材と第 2 ヒンジ部材との間の距離よりも長く延在し、先端部が作用点として作用する第 1 アーム部材と、

一端が前記第 1 アーム部材の先端部に接合され、他端が前記弁体の一部に接合される第 1 ばね部材とからなり、前記下側変位拡大機構が、

一端が前記エアバルブ本体に結合され、支点として作用する第 3 ヒンジ部材と

、
前記第 3 ヒンジ部材と平行な関係で一端が前記圧電素子に接合され、力点として作用する第 4 ヒンジ部材と、

前記第 3 及び第 4 ヒンジ部材の各他端がそれぞれ接合され、前記第 3 ヒンジ部材と第 4 ヒンジ部材との間の距離よりも長く延在し、先端部が作用点として作用する第 2 アーム部材と、

一端が前記第2アーム部材の先端部に接合され、他端が前記弁体の他の一部に接合される第2ばね部材とからなることを特徴とする圧電式エアバルブ。

【請求項8】 請求項7に記載の圧電式エアバルブにおいて、前記圧電素子は、前記上側変位拡大機構の前記第2ヒンジ部材と前記下側変位拡大機構の前記第4ヒンジ部材との間に結合されることを特徴とする圧電式エアバルブ。

【請求項9】 請求項1に記載の圧電式エアバルブにおいて、前記圧電素子、前記変位拡大機構及び前記弁体は、前記エアバルブ本体とは別のベース基板上にユニット化して設けられ、該ユニット体が前記エアバルブ本体のユニット装着領域に装着されることを特徴とする圧電式エアバルブ。

【請求項10】 空気圧供給手段から供給される圧力空気を受け入れる空気圧力室と該空気圧力室から外部に通じる空気排出口とを具えたエアバルブ本体と、前記空気圧力室と空気排出口との間の開放／閉鎖を制御する弁体と、前記弁体の開放／閉鎖動作に必要な駆動力を変位として発生する圧電素子と、前記圧電素子が発生する変位を拡大して前記弁体に作用させる変位拡大機構とからなる単体圧電式エアバルブが、前記空気圧力室が連通して共通となるように、横方向に複数個連結されるとともに、最も外側に位置する二つの単体圧電式エアバルブの各片側側面が側板で閉鎖されることを特徴とする複合圧電式エアバルブ。

【請求項11】 請求項11に記載の複合圧電式エアバルブにおいて、前記単体圧電式エアバルブ間、及び前記最も外側に位置する単体圧電式エアバルブと前記側板との間には、空気漏れ防止のためのガスケットが設けられることを特徴とする複合圧電式エアバルブ。

【請求項12】 請求項11に記載の複合圧電式エアバルブにおいて、何れか一方の前記側板には、前記空気圧供給手段から供給される圧力空気を前記圧力空気室に導入するための取入口が設けられることを特徴とする複合圧電式エアバルブ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、米粒などの穀物中に混入した石などの外来異物、着色粒などの不良

物を選別除去するための粒状物選別機に関し、より詳しくは、そのような選別機において、選別能力を決める中心的構成部品であるエアバルブに関する。

【0002】

【従来の技術】

一般的に、選別機での不良物の除去は、粒状物を所定の落下軌跡に沿って連続的に空中に放出しておき、不良物の検出信号に基づき、所定の位置において、不良物をエアパルスによって所定の落下軌跡の外に噴き飛ばすことによって行われる。選別機において、不良物を直接噴き飛ばすエアパルスを発生するのがエアバルブであり、その意味において、エアバルブは選別機の選別能力を決める中心的構成部品と言える。所定の落下軌跡に沿って落下する粒状物の中から、その中に混入している不良物のみを選択的に除外できることが理想であるが、実際には、不良物と共に正常な粒状物も一緒に噴き飛ばしてしまうこともある。これは、エアバルブが、要求される高速性を十分に満足するものでないことが一つの原因で起こる好ましくない現象である。そこで、選別機において、不良物のみを効率的に除去するためには、エアバルブに高度の高速性が要求される。

【0003】

現在、選別機のうち米粒選別機に使用されるエアバルブとしては、電磁吸引力を用いたものが最も広く実用化されている。これは、空気弁機能を持つアーマチュアを電磁石で吸引し、電磁石でアーマチュアを吸引している時間だけエアバルブを開放するように構成されている。この電磁吸引力を用いたエアバルブは、次の理由により、高速化の限界に既に達していると言える。つまり、高速にするには、電磁吸引力を大きくする必要があるが、この吸引力を制限する一つの要素は、アーマチュアの磁氣的な飽和である。アーマチュアに用いられる磁性材料自体には、現状、その磁氣的飽和現象を緩和する改善の余地がないため、吸引力を大きくするには、アーマチュアの質量を大きくする必要が生じる。しかし、可動するアーマチュア自体の質量を大きくすることは、その高速化とは相容れないものである。このため、電磁吸引力を利用したエアバルブの場合には、現状達成されている以上の高速化を図ることは極めて困難なことである。

【0004】

上記電磁吸引力を利用したもの以外の、エアバルブの開放力を発生させるために利用される他の物理現象として、圧電効果がある。これは、セラミック材料などの圧電材料に電圧を印加した場合に発生する変位を利用するものであり、具体的な圧電素子には、ピエゾ素子が代表として挙げられる。この圧電素子は、大変効率良く電気エネルギーを機械エネルギーに変換するものであり、また応答速度も十分に高いものであるが、発生し得る変位量が高々10数 μm から数10 μm であるため、圧縮空気の開放／閉鎖を制御する選別機のエアバルブに用いるには変位量が少な過ぎるものである。

【0005】

圧電素子を分別装置の空気圧エゼクター（エアバルブ）に使用したものの例は、例えば、特願平8-518436（特表平10-510040）の明細書に開示されている。図1はその代表図であり、以下、概略を説明する。圧力気体源からの圧力気体11が導入されたチェンバー13、15と弁座17との間の開放／閉鎖が、弁座17に対して横設されたダイヤフラム21と圧電素子23の重合体によって行われるものである。ダイヤフラム21と圧電素子23の重合体は、圧力気体11がチェンバー13、15内に導入されていない減圧状態で、弁座17から僅かに離れて設けられる。ここで、チェンバー13、15内に圧力気体11が導入されて加圧状態となると、圧力気体の入力口25と外気に接した出力口27との間には圧力の差、即ち差圧が生じる。この差圧は、ダイヤフラム21と圧電素子23の重合体を弾性変形させて弁座17を閉鎖し、その位置に留めるように作用する。そのような状態において、圧電素子23に選択的に通電すると、ダイヤフラム21と圧電素子23の重合体は、圧電素子の変形により弁座17から後退し（図面上、上方に移動し）、弁座17との間に間隙を生じ、開放することになる。応じて、チェンバー13、15内の圧力気体11は、弁座17及び出力口27を介してエアパルス29として外部に噴射されることになる。この形式のエアバルブの場合には、可動部分の質量が比較的小さいので、高速化の要求には適していると言えるものの、圧電素子の変位に基づく発生力そのものが小さく、且つ速い応答に対応しきれないため、高速応答性が強く要求されるエアバルブの開放／閉鎖制御での使用にはまだ十分満足のいくものではなかった。その結果、

この形式のエアバルブでは、特に応答性の点において十分満足のいくエアパルス 29 を得ることができないという問題点があった。

【0006】

圧電素子をエアバルブに用いた他の例として、「積層圧電素子の打撃力を利用した空気圧オン－オフ弁」と題した日本機械学会第74期全国大会講演論文集（I V）（pp. 203-204）がある。この論文に開示されたオン－オフ弁は、弾性特性の弱いばねによって常時付勢支持されている小さい慣性体（ノズルフラップ弁）を、圧電素子が発生する打撃力により跳ね上げることにより、圧電素子自体の変位量よりも大きい間隙を瞬間的に発生させるものである。しかしながら、打撃後のフラップ弁の閉動作は、弾性特性の弱いばねによって行われるため、閉動作に時間を要するという欠点がある。

【0007】

圧電素子を弁体に用いた更に他の例として、特開平8-93944号公報に開示される積層圧電アクチュエータ型圧電素子弁がある。この圧電素子弁は、核融合装置への原料ガス注入設備などにおける入力側と出力側との間に設けられ、ガスの遠隔注入制御に用いられる弁である。圧電素子で発生する変位をテコの原理により拡大して弁体部分に作用させる機構を有するものの、弁体の閉動作は、圧電素子とは異なる復帰用の弾性体（バネ）によって行われるものであるため、先の従来例と同様に、閉動作に時間を要するものである。しかし、圧電素子弁において閉動作に時間を要することは、この圧電素子弁が、開放動作及び閉鎖動作ともに高い高速性が要求されるエアパルスを発生させるためのものではなく、単なるガス体の通過制御弁であることから、あまり問題とならない。

【0008】

本願発明のエアバルブは、後に詳しく述べるとおり、この圧電素子を利用したものであるが、特別の付加機構を設けることにより、圧電素子を用いた従来のものの、発生する間隙が小さいこと及び閉動作が遅いことの欠点を共に解消したものである。

【0009】

上述のような電磁式又は圧電式エアバルブではないが、選別機の排除装置とし

て、他の従来例が、特願 2000-182203（特開 2002-1232）の明細書に開示されている。これは、粒状物に当接する傾斜面を、所謂ソレノイド式駆動手段の入出動軸の先端部分に一体的に設け、駆動手段を選択的に動作させることにより、不良物を直接的且つ機械的に排除する構成のものである。この排除装置は、入出動軸を通常のように摺動式に設けただけでは応答性、磨耗性などの点で問題となるところを、永久磁石の反発力を利用して、入出動軸を浮かせることにより、無摺動で入出動軸を支持するという特別の構造に特徴がある。入出動軸が無摺動で支持される構造であるため、入出動時の入出動軸にかかる摺動摩擦などの負荷が生じることがない。そのため、応答性については、エアパルス式のものとほぼ同等の高速性能が得られる。さらに、圧力エア源も構成要素として不要な利点もある。しかしながら、入出動軸を浮かせて支持するための永久磁石を構造上必要とするため、排除装置単体の大きさはある程度大きくならざるを得ず、そのために、多チャンネル方式の選別機では、隣接する排除装置同士を千鳥状に配設するなどの新たな工夫が必要である。

【0010】**【特許文献 1】**

特表平 10-510040 号公報

【特許文献 2】

特開 2002-1232 号公報

【特許文献 3】

特開平 8-93944 号公報

【非特許文献 1】

日本機械学会第 74 期全国大会講演文集（I V）第 203-204 頁

【0011】**【発明が解決しようとする課題】**

そこで、本発明は、上述従来技術の問題点に鑑み、圧電素子を利用したものにおいて、十分な噴風量のエアパルスを安定して得られる、選別機用のエアバルブを提供することを技術的課題とする。

本発明はまた、圧電素子が有する高速応答性能を最大限に利用して、開放動作

及び閉鎖動作共に高速動作が可能な選別機用のエアバルブを提供することを技術的課題とする。

本発明は更に、圧電素子自体が小型であること、及び電気エネルギーから機械エネルギーへの変換効率が極めて高いことを利用して、単チャンネル式選別機は勿論のこと、多チャンネル式選別機においても装置全体の小型化、及び低消費電力化に適した選別機用のエアバルブを提供することを技術的課題とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】

本発明の第1の態様によれば、
粒状物選別機に用いる圧電式エアバルブであって、該エアバルブは、
空気圧供給手段から供給される圧力空気を受け入れる空気圧力室と、該空気圧力室から外部に通じる空気排出口とを具えたエアバルブ本体と、
前記空気圧力室と空気排出口との間の開放／閉鎖を制御する弁体と、
前記弁体の開放／閉鎖動作に必要な駆動力を変位として発生する圧電素子と、
前記圧電素子が発生する変位を、拡大して前記弁体に作用させる変位拡大機構とを具備し、
前記弁体、前記変位拡大機構、前記圧電素子は、相互に機械的に連結されていること、および、前記圧電素子に電圧が印加されたときには、該圧電素子によって発生した変位が前記変位拡大機構によって拡大された変位に基づき前記弁体の開放制御が行われ、他方、前記圧電素子への電圧印加が解除されたときには、前記圧電素子の復帰力に基づき前記弁体の閉鎖制御が行われることを特徴とする圧電式エアバルブが提供される。

【0013】

前記圧電素子によって発生した変位が、前記変位拡大機構を介して前記弁体に平衡して伝達されるために、空気排出口から見て対称的に、二つの変位拡大機構が設けられることが好ましい。

【0014】

本発明の第2の態様によれば、
空気圧供給手段から供給される圧力空気を受け入れる空気圧力室と該空気圧力

室から外部に通じる空気排出口とを具えたエアバルブ本体と、前記空気圧力室と空気排出口との間の開放／閉鎖を制御する弁体と、前記弁体の開放／閉鎖動作に必要な駆動力を変位として発生する圧電素子と、前記圧電素子が発生する変位を拡大して前記弁体に作用させる変位拡大機構とからなる単体圧電式エアバルブが、前記空気圧力室が連通して共通となるように、横方向に複数個連結されるとともに、最も外側に位置する二つの単体圧電式エアバルブの各片側側面が側板で閉鎖されることを特徴とする複合圧電式エアバルブが提供される。

【0015】

【発明の実施の形態】

以下、本発明による圧電式エアバルブ及び複合圧電式エアバルブの詳細を、添付図面を参照しながら説明する。

【0016】

発明の理解を助ける目的で、本発明による圧電式エアバルブを用いることができる、粒状物選別機の概要を図2を参照して先ず最初に説明する。図2は、粒状物選別機30の主要部と、その内部構造を簡略化して示した要部側断面図である。粒状物選別機30は、その上部位置に、タンク31と振動フィーダ32とからなる粒状物供給部を有する。粒状物供給部から供給された粒状物は、傾斜状シュート33を連続状に自然流下した後、その下端部から所定落下軌跡に沿って空中に放出される。

【0017】

所定の落下軌跡の周囲には、この落下軌跡を中心にして、ほぼ対称的に、少なくとも一対の光学検出装置34a, 34bが配設される。各光学検出装置は、光センサ、ランプ、背景板などから構成されるが、その構成及び動作は、本願発明の要旨ではなくまた当業者に周知であるので、ここではその詳細な説明は行わない。光学検出装置34a, 34bは、落下軌跡の検出位置Oに到達した粒状物の一粒ごとを観察する。具体的には、光学検出装置34a, 34bは、検出位置Oにある粒状物からの反射光及び／又は透過光の光量を電気信号の形式で制御装置35に送る。制御装置35は、光学検出装置34a, 34bから送られてくる粒状物一粒ごとの信号レベルを、所定の比較値と比較し、許容値範囲内に入ってい

るものは正常な粒状物として判定する。他方、許容値範囲外のもの不良物として判定され、排除信号が、例えば本発明のエアバルブを含む排除装置 37 に向けて制御装置 35 から送られる。排除装置 37 は、制御装置 35 から送られてくる排除信号に基づき、エアバルブの場合には、所定の除去位置 E においてエアパルスにより所定の落下軌跡から不良物のみを噴き飛ばし、そして不良物排出口 38 から機外に排出する。また、エアバルブではなく、先に述べたソレノイド式駆動手段の場合には、不良物を機械的且つ直接的に落下軌跡から除外し、不良物排出口 38 から機外に排出する。なお、排除信号は、検出位置 O と除去位置 E との間の距離を粒状物が落下するのに要する時間が考慮された遅延信号となっている。排除装置 37 が作動することなく所定の落下軌跡をそのまま通過してきた正常な粒状物は、良品排出口 39 から回収される。本明細書での粒状物は、代表的には穀物粒、特に白米であると言えるが、必ずしも穀物粒に限られるわけではなく、その対象物は、エアパルスによって噴き飛ばすことが可能な大きさと質量である限り何でも構わない。

【0018】

次に、上記のような選別機における排除装置の中心的部品として、極めて都合良く用いることができる本願発明の圧電式エアバルブ及び複合圧電式エアバルブの詳細を説明する。

【0019】

本願発明の圧電式エアバルブは、後に説明するとおり、各種の実施形態とすることが可能であるが、各実施例に共通して、構成要素として、空気圧供給手段から供給される圧力空気を受け入れる空気圧力室を具えたバルブ本体と、前記空気圧力室からバルブ本体の外部に通じる空気排出口と、前記空気圧力室と空気排出口との間の開放／閉鎖を制御する弁体と、該弁体の開放／閉鎖動作に必要な駆動力を発生する圧電素子と、該圧電素子の変位量を拡大する変位拡大機構とを有する。変位拡大機構は、圧電素子そのものが発生する少ない変位量を、テコの原理に基づき拡大するためのものである。この変位拡大機構があることにより、圧電素子そのものが発生し得る少ない変位であることによる、空気排出口と弁体との間に生じる間隙が小さいという従来の圧電素子を利用したエアバルブでの欠点は

解消される。また、本願発明のエアバルブでは、上記構成要素のうち、圧電素子と、変位拡大機構と、弁体とは相互にすべて連結された構成となっていることが極めて重要である。このような連結構成とすることにより、圧電素子に電圧が印加されている状態では、変位拡大機構により空気排出口と弁体との間に十分な大きさの間隙を生じさせ、他方、圧電素子への電圧の印加が解除されると、圧電素子の発生変位は元の状態である零に復帰し、その復帰力は変位拡大機構を介して強制的に弁体に伝達され、応じて弁体は空気排出口の弁座部分に当接し、圧力空気室と空気排出口との間の連通状態を完全に遮断する。圧電素子への電圧の印加及び解除に伴う変位の発生及び復帰は極めて速いので、これを利用したエアバルブの応答速度も速く、高速動作が可能なエアバルブが実現可能である。

【0020】

以下、上記の構成を共通に有する具体的な各実施例を、図3－図9を参照して説明する。

【0021】

図3は、本願発明による第1実施例の圧電式エアバルブ60を示す。図3（a）はその側面図、図3（b）は空気排出口側から見た正面図である。エアバルブ本体61内には、外部の空気圧供給源（図示せず）から圧力空気の供給を受ける圧力空気室62が画定される。エアバルブ本体61の一箇所には、圧力空気室62から本体61の外側に抜ける空気排出口63が設けられる。空気排出口63が設けられるエアバルブ本体61部分には、圧力空気室62方向に若干突出した弁座64が設けられる。弁座64には、その先端部に弁体65を具えたアーム部材66が当接する。アーム部材66の、弁体65が設けられている側とは反対側には、互いにほぼ平行な第1ヒンジ67と第2ヒンジ68の各一端が一体的に接合されている。第1ヒンジ67の他端は、エアバルブ本体61に接合される。第2ヒンジ68の他端は、キャップ部材69を介して圧電素子70の一端に接合される。圧電素子70のリード線71は、エアバルブ本体61の適所に設けられた開口から外部に導出される（以下の実施例も同様）。第1及び第2ヒンジ67、68は曲げ変形可能で且つ適切な拡張力をもった材料（ステンレス、インバー材など）で構成される。圧電素子70の他端はエアバルブ本体61に、溶接又は接着

などの方法で固定される。図示実施例の場合、弁体 65 はアーム部材 66 と一体的に構成されているが、この部分は、弁座 64 との間で衝突を繰り返す部分であるため、衝突に対して磨耗耐力の高い材料で構成されることが好ましい。そのために、弁体 65 はアーム部材 66 とは別の材料又は別の部品として構成する方がよい場合もある。図示実施例の場合、エアバルブを側面から見て、圧力空気室 62 の部分が開放されて示されているが、これは、上記のように構成された単体のエアバルブ 60 を、複数個横方向に重ねることにより、多チャンネル用の複合エアバルブとして使用することを前提に構成したものを示したためである。横方向に複数個を重ねて使用した場合には、各圧力空気室は連通して全体として大きな圧力空気室を構成することになる。実際には、最も外側に位置するエアバルブ 60 の各片側面を板状部材で塞ぐことになる。複合エアバルブではなく、単体のエアバルブとして用いる場合には、図示実施例の両側面を板状部材（側板）で塞げば良いことは言うまでもない。このことは、以下の各実施例においても同様である。

【0022】

次に、上記構成の第 1 実施例の動作を、図 4 を参照して説明する。上記図 3 (a) が圧電素子 70 に電圧が印加されていないときの状態、即ち、弁体 65 が弁座 64 を閉鎖している状態を示したものであるのに対して、図 4 は、圧電素子 70 に電圧を印加したときの状態、即ち、圧電素子 70 が伸長し、これに応じて、弁体 65 が弁座 64 から離れ、そこに間隙が発生していることを示している。圧電素子 70 に電圧が印加されている間、この間隙を通して圧力空気室 62 の空気が排出口 63 から外部にエアパルスとして排気されることになる。圧電素子 70 自体は従来のものであるので、電圧を印加したときの伸長は、高々 10 数 μm から数 10 μm である。この伸長だけをもって弁体 65 と弁座 64 との間に間隙を作ったのでは不十分であるが、本願発明では、第 1 ヒンジ 67、第 2 ヒンジ 68 及びアーム部材 66 で構成される変位拡大機構があるため、弁体 65 と弁座 64 との間には、十分な量の圧力空気を排出口 63 から排気することが可能な、大きな間隙を生じさせることができる。すなわち、力点となる第 2 ヒンジ 68 と、支点となる第 1 ヒンジ 67 との間の距離を L_1 、第 1 ヒンジ 67 と作用点となる弁

体 6 5 の中心までの距離を L_2 とすると、圧電素子 7 0 の伸長は、弁体 6 5 の中央部分では、テコの原理により L_2 / L_1 倍に拡大されるので、弁体 6 5 と弁座 6 4 の間には十分な大きさの隙間が提供されることになる。圧電素子 7 0 は、それへの通電が解除されると元の状態に復帰する。圧電素子 7 0、キャップ部材 6 9、第 2 ヒンジ 6 8、弁体 6 5 を一体的に具えるアーム部材 6 6 はすべて連結された構造であるため、圧電素子 7 0 の復帰力そのまま弁体 6 5 に強制的に伝達され、弁座 6 4 に対して弁体 6 5 を押し当てるように強制力として作用する。弁体 6 5 が弁座 6 4 に一旦当接すると、圧力空気室 6 2 内の高圧力と排出口 6 3 内の外気圧との差圧により、弁体 6 5 は弁座 6 4 に密着状態で保持される。

【0023】

図 5 は、本発明による第 2 実施例の圧電式エアバルブ 8 0 を示す。図 5 (a) は側面図、図 5 (b) は正面図である。前記第 1 実施例と同一又は同等部分には、本第 2 実施例を含め以下の実施例では同一番号を付して、その説明を省略する。本第 2 実施例では、弁体 8 5 が第 1 板ばね 8 1 と第 2 板ばね 8 2 によって支持される。第 1 板ばね 8 1 の一方端はエアバルブ本体 6 1 に、他方端は弁体 8 5 に接合される。第 2 板ばね 8 2 の一方端はキャップ部材 6 9 に、他方端は弁体 8 5 に接続される。第 1 板ばね 8 1 と第 2 板ばね 8 2 は、圧電素子 7 0 への通電がされていないとき、それに接合された弁体 8 5 を弁座 6 4 に対して押し付ける力が作用するように、排出口 6 3 を中心にしてハの字を形成するように傾斜して設けられる。本実施例の場合、板ばね 8 1、8 2 が傾斜状に設けられることにも関係し、弁座 6 4 の部分が第 1 実施例のものよりも突出量大きい。第 3 板ばね 8 3 は、一方端がエアバルブ本体 6 1 に、他方端がキャップ部材 6 9 に接合される。この第 3 板ばね 8 3 は、圧電素子 7 0 が通電により伸長したとき、第 2 板ばね 8 2 が傾斜している関係で、圧電素子 7 0 が図面上右側に寄せられる力が生じるため、それを打ち消すために設けられたものである。

【0024】

上記の構成において、図面は圧電素子 7 0 への通電が行われていないときの状態を示すものである。ここで、圧電素子 7 0 に通電すると、圧電素子 7 0 は図面上縦方向に伸長する。この伸長に伴い、第 1 板ばね 8 1、第 2 板ばね 8 2 及び第

3 板ばね 8 3 には曲げ変形が生じる。それに伴い、弁体 8 5 と弁座 6 4 との間には、十分な大きさの隙間が形成され、圧力空気室 6 2 内の圧力空気は空気排出口 6 3 を介して外部に排気される。本実施例においては、第 1 板ばね 8 1、第 2 板ばね 8 2 及び第 3 板ばね 8 3 が変位拡大機構を構成する。第 1 板ばね 8 1、弁体 8 5、第 2 板ばね 8 2、第 3 板ばね 8 3 は、キャップ部材 6 9 を介してすべて連結されているので、圧電素子 7 0 への通電が断たれると同時に発生する圧電素子 7 0 の復帰力は、弁体 8 5 に強制的に伝達され、これを弁座 6 4 に押し当てるように作用する。一旦弁体 8 5 が弁座 6 4 に当接した時点以降、差圧により弁体 8 5 が弁座に密着状態で保持される点は、前述第 1 実施例の場合と同様である。

【0025】

図 6 は、本願発明による第 3 実施例の圧電式エアバルブ 9 0 を示す。図 6 (a) は側面図、図 6 (b) は正面図である。本実施例は、圧電素子 7 0 と空気排出口 6 3 とを結ぶ線を中心に、図面上、上下対称に二つの変位拡大機構が設けられたものである。本実施例では、排出口を中心にすべての構成部品が対称に設けられるため、弁体に作用する力は常に上下方向で平衡する。その結果、特に、閉状態においては、弁体と弁座との間の密着性が高まる点で有利である。上側変位拡大機構は、第 1 ヒンジ 9 1、第 2 ヒンジ 9 2、第 1 アーム部材 9 3 及び第 1 板ばね 9 4 で構成される。第 1 ヒンジ 9 1 の一端はエアバルブ本体 6 1 に接合される。第 2 ヒンジ 9 2 の一端はキャップ部材 6 9 に接合される。第 1 ヒンジ 9 1 及び第 2 ヒンジ 9 2 の各他端は、第 1 アーム部材 9 3 の基部に接合される。第 1 アーム部材 9 3 は、基部から外方（図面上、斜め上方）に向かって延びており、そのほぼ先端部分には、後述する第 2 ばね 9 9 と協働して弁体 9 5 を弁座 6 4 に確実に押し当てる、適度な弾性、柔軟性、可撓性とを具えた第 1 板ばね 9 4 の一端が接合される。第 1 板ばね 9 4 の他端は弁体 9 5 の一方端に接合される。下側変位拡大機構は、第 3 ヒンジ 9 6、第 4 ヒンジ 9 7、第 2 アーム部材 9 8 及び第 2 板ばね 9 9 で構成される。第 3 ヒンジ 9 6 の一端はエアバルブ本体 6 1 に接合される。第 4 ヒンジ 9 7 の一端はキャップ部材 6 9 に接合される。第 3 ヒンジ 9 6 及び第 4 ヒンジ 9 7 の各他端は、第 2 アーム部材 9 8 の基部に接合される。第 2 アーム部材 9 8 は、基部から下方（図面上、斜め下方）に向かって延びており、そ

のほぼ先端部分に第2板ばね99の一端が接合される。第2板ばね99の他端は弁体95の他方端に接合される。以上のとおり、本実施例は、弁体95が、上下対称に設けられた二つの変位拡大機構によって支持された構成である。弁体95を直接支持する第1ばね94と第2ばね99を構成する材料としたは、マルエージ鋼が好ましい。

【0026】

上記の構成において、図面の状態は、圧電素子70への通電が行われていないときの状態を示すものである。ここで、圧電素子70に通電すると、圧電素子70は、図面上右方向に伸長する。この伸長に伴い、上側変位拡大機構では、第2ヒンジ92が力点、第1ヒンジ91が支点、第1アーム部材93の先端部が作用点として作用し、第1アーム部材93の先端部には、圧電素子70の変位量がテコの原理により拡大されて現れる。同様に、下側変位拡大機構では、第4ヒンジ97が力点、第3ヒンジ96が支点、第2アーム部材98の先端部が作用点として作用し、第2アーム部材98の先端部には、圧電素子70の変位量が拡大されて現れる。第1アーム部材93及び第2アーム部材98の各先端部に、それらの間の距離を離す方向に圧電素子の変位が拡大されて現れた変位は、第1板ばね94及び第2板ばね99を介して弁体95を、弁座64から十分な距離離し、そこに大きな間隙を生じさせるように作用する。これにより十分な量の圧力空気が、圧力空気室62から排出口63を通して外部に排気される。圧電素子70への通電が解除されると、圧電素子の復帰力は、上側及び下側変位拡大機構を介して弁体95に強制的に伝達され、応じて弁体95が弁座64に着座される。このとき、本実施例では、第1板ばね94及び第2板ばね99のばねとしての復帰力も弁体95に有効に作用し、弁座64に対する弁体95の着座を確実にする。

【0027】

図7は、上記第3実施例の変形例である。図7(a)は側面図、図7(b)は正面図である。上記第3実施例では、第1ヒンジ91、第3ヒンジ96及び圧電素子70が、エアバルブ本体61に直接、溶接又は接着などの方法により接合されているが、本変形実施例では、これらの部材がエアバルブ本体61とは分離したベース基板100に接合されている点が異なる。このような構成とすることに

より、変位拡大機構、弁体、圧電素子を含む部分をユニット化することが可能となり、エアバルブの組立、保守作業が容易となる。具体的には、上記ユニット化された部分を、エアバルブ本体 61 内に予め設けられたユニット装着領域 101 に組み込み、圧電素子 70 への通電が無い状態で、弁体 95 と弁座 64 との密着状態が適当となるように、図面上左右方向を調節した後（具体的には、図面上右方向に適当な圧力を加えた状態で）、適当な固定手段 102 で固定する。固定手段 102 は、したがって、弁体 95 の弁座 64 への押圧力の調節手段を兼ねると言える。圧電素子 70 への通電時及び非通電時の動作そのものは前述第 3 実施例と完全に同じであるので説明を省略する。

【0028】

図 8 は、本願発明による第 4 実施例の圧電式エアバルブ 120 を示す。図 8 (a) は側面図、図 8 (b) は正面図である。本実施例も、上述第 3 実施例と同様に、空気排出口 63 を中心にして見たとき、図面上、上下対称に二つの変位拡大機構が設けられたものである。本実施例は、圧電素子 70 の長手方向が排出口 63 の軸方向と直交するように配設されるため、エアバルブの奥行きを前述第 3 実施例のものよりも短くすることができる。上側変位拡大機構は、第 1 ヒンジ 121、第 2 ヒンジ 122、第 1 アーム部材 123 及び第 1 板ばね 124 で構成される。第 1 ヒンジ 121 の一端はベース基板 131 に接合される。第 2 ヒンジ 122 の一端は第 1 キャップ部材 128a に接合される。第 1 ヒンジ 121 及び第 2 ヒンジ 122 の各他端は、第 1 アーム部材 123 の基部に接合される。第 1 アーム部材 123 は、基部から右横方向に延在しており、その先端部分には第 1 板ばね 124 の一端が接合される。第 1 板ばね 124 の他端は弁体 125 の一方端に接合される。下側変位拡大機構は、第 3 ヒンジ 126、第 4 ヒンジ 127、第 2 アーム部材 129 及び第 2 板ばね 130 で構成される。第 3 ヒンジ 126 の一端はベース基板 131 に接合される。第 4 ヒンジ 127 の一端は第 2 キャップ部材 128b に接合される。第 3 ヒンジ 126 及び第 4 ヒンジ 127 の各他端は、第 2 アーム部材 129 の基部に接合される。第 2 アーム部材 129 は、基部から右横方向に延在しており、その先端部分には第 2 板ばね 130 の一端が接合される。第 1 板ばね 124 と第 2 板ばね 130 は、互いにハの字を形成するように第 1 ア

ーム部材 123 と第 2 アーム部材 129 に各一端が接合され、その各他端は、弁体 125 に接合される。本実施例の場合、圧電素子 70 は、他の実施例では一端がエアバルブ本体又はベース基板に固定されているのに対して、両端部分に設けられたキャップ部材 128a, 128b の間で支持されている点異なる。なお、図示実施例は、前述第 3 実施例の変形例と同様に、圧電素子、変位拡大機構、弁体をベース基板 131 に関連してユニット化した構成となっているが、第 1 ヒンジ 121 及び第 3 ヒンジ 126 をエアバルブ本体 61 に直接、溶接などの方法により接合する構成としても構わない。参照符号 132 は、ユニット装着領域を示している。

【0029】

上記の構成において、図面に示す状態は、圧電素子 70 への通電が行われていないときの状態である。ここで、圧電素子 70 に通電すると、圧電素子 70 は、図面上上下方向に伸長する。この伸長に伴い、上側変位拡大機構では、第 1 ヒンジ 121 が支点、第 2 ヒンジ 122 が力点、第 1 アーム部材 123 の先端部が作用点として動作し、第 1 アーム部材 123 の先端部には、圧電素子 70 の変位量がテコの原理により拡大されて現れる。同様に、下側変位拡大機構では、第 3 ヒンジ 126 が支点、第 4 ヒンジ 127 が力点、第 2 アーム部材 129 の先端部が作用点として動作し、該第 2 アーム部材 129 の先端部には、圧電素子 70 の変位量が拡大されて現れる。第 1 アーム部材 123 及び第 2 アーム部材 129 の各先端部に、それらの間の距離を離す方向に拡大されて現れる変位は、第 1 板ばね 124 及び第 2 板ばね 130 を介して弁体 125 を、弁座 64 から十分な大きさの距離離し、大きな間隙を生じさせるように作用する。これにより十分な量の圧力空気が、圧力空気室 62 から排出口 63 を通して外部に排気される。圧電素子 70 への通電が解除されると、圧電素子の復帰力により、上側及び下側変位拡大機構を介して、弁体 95 が弁座 64 に強制的に着座されるのはこれまで説明した実施例と同様である。

【0030】

図 9 は、上述した第 1 乃至第 4 実施例及びその変形例を含む単体のエアバルブを、複数個横方向に重ね合わせて、多チャンネル式の選別機に対応させた、複合

圧電式エアバルブ 140 の一部分斜視図である。図面では、単体エアバルブを 10 個接続した構成となっているが、その数は、用途に応じて自由であるのは言うまでもない。なお、単体エアバルブ 60 の内部の図示は省略して示されている。単体エアバルブを複数個重ね合わせたとき、最も外側に位置するエアバルブの各片側側面には、内部に共通の圧力空気室を形成するための側板 141, 142 が設けられる。側板 141 と側板 142 で複数個の単体エアバルブを挟み、これらすべてを連通する複数の締具（例えば、ボルト 143 とナット 144）で固定することにより、複合圧電式エアバルブが構成される。空気圧供給源（図示せず）から供給される圧力空気は、左右何れかの側板 141, 142 から、パイプ 145 を介して、両側板 141, 142 の間に画定される共通の圧力空気室 62 に導入される。なお、単体エアバルブを複数個重ね合わせたときの空気漏れを防ぐために、各単体エアバルブ間、及び最外側エアバルブと側板との間には、ガスケット 148 が設けられる。各圧電式エアバルブは、それが具える圧電素子に選択的に通電することにより、互いに独立に動作可能なことは言うまでもない。

【0031】

【発明の効果】

上述したとおり、本発明による圧電式エアバルブでは、圧電素子が発生する僅かな変位が、変位拡大機構により拡大されて、圧力空気室と空気排出口との間の開放／閉鎖を制御する弁体に伝達されるため、弁体と弁座との間に、圧電素子への通電時に十分な大きさの間隙が提供されるので、圧力空気室から十分な量の圧力空気が排出口からエアパルスとして噴射される。また、圧電素子から弁体までの構成要素はすべて連結されているため、圧電素子への通電が解除されたとき、その復帰力は弁体に強制的に伝達され、圧力空気室と空気排出口との間の閉鎖制御が素早く行われる。

【0032】

また、圧電素子そのものは、極めて変換効率が高いものであるため、省電力化されたエアバルブを提供し得る。

【0033】

さらに、圧電素子自体の物理的大きさは小さいものであるため、単体エアバル

ブの小型化が容易である。単体エアバルブが容易に小型化できるため、単体エアバルブを複数個連結して、多チャンネル式選別機用の複合圧電式エアバルブを構成する場合にも、複数個を千鳥状に配設するなどの特別な配慮は必要なく、必要個数を単に重ね合わせるだけで良い。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

図 1 は、圧電素子を利用した従来のエアバルブの断面図である。

【図 2】

図 2 は、本発明の圧電式エアバルブを用いることができる粒状物選別機の要部側断面図である。

【図 3】

図 3 は、本発明による第 1 実施例の圧電式エアバルブの概略図である。

【図 4】

図 4 は、図 3 に示す圧電式エアバルブの圧電素子に通電したときの状態を示す図である。

【図 5】

図 5 は、本発明による第 2 実施例の圧電式エアバルブの概略図である。

【図 6】

図 6 は、本発明による第 3 実施例の圧電式エアバルブの概略図である。

【図 7】

図 7 は、図 6 に示す第 3 実施例の一部構成を変えた圧電式エアバルブの概略図である。

【図 8】

図 8 は、本発明による第 4 実施例の圧電式エアバルブの概略図である。

【図 9】

図 9 は、多チャンネル式選別機のための本発明による複合圧電式エアバルブの概略図である。

【符号の説明】

11 圧力気体

- 13, 15 チェンバー
- 17 弁座
- 21 ダイヤフラム
- 23 圧電素子
- 25 入力口
- 27 出力口
- 29 エアバルブ
- 30 粒状物選別機
- 31 タンク
- 32 振動フィーダ
- 33 傾斜状シュート
- 34 a, 34 b 光学検出装置
- 35 制御装置
- 37 排除装置
- 38 不良物排出口
- 39 良品排出口
- O 検出位置
- E 除去位置
- 60 圧電式エアバルブ
- 61 エアバルブ本体
- 62 圧力空気室
- 63 空気排出口
- 64 弁座
- 65 弁体
- 66 アーム部材
- 67 第1ヒンジ
- 68 第2ヒンジ
- 69 キャップ部材
- 70 圧電素子

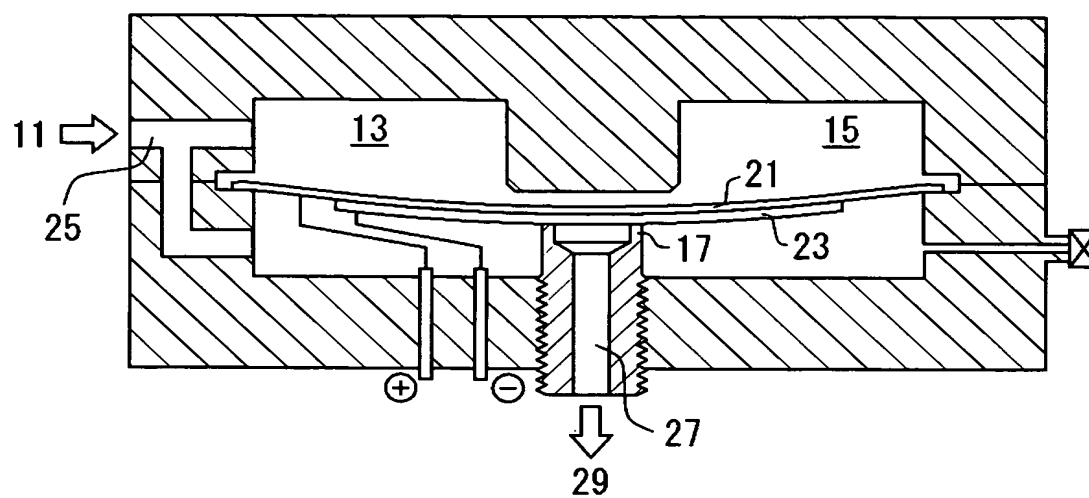
- 7 1 圧電素子リード線
- 8 0 圧電式エアバルブ
- 8 1 第 1 板ばね
- 8 2 第 2 板ばね
- 8 3 第 3 板ばね
- 8 5 弁体
- 9 0 圧電式エアバルブ
- 9 1 第 1 ヒンジ
- 9 2 第 2 ヒンジ
- 9 3 第 1 アーム部材
- 9 4 第 1 板ばね
- 9 5 弁体
- 9 6 第 3 ヒンジ
- 9 7 第 4 ヒンジ
- 9 8 第 2 アーム部材
- 9 9 第 2 板ばね
- 1 0 0 ベース基板
- 1 0 1 ユニット装着領域
- 1 2 0 圧電式エアバルブ
- 1 2 1 第 1 ヒンジ
- 1 2 2 第 2 ヒンジ
- 1 2 3 第 1 アーム部材
- 1 2 4 第 1 板ばね
- 1 2 5 弁体
- 1 2 6 第 3 ヒンジ
- 1 2 7 第 4 ヒンジ
- 1 2 8 a 第 1 キャップ部材
- 1 2 8 b 第 2 キャップ部材
- 1 2 9 第 2 アーム部材

- 1 3 0 第 2 板ばね
- 1 3 1 ベース基板
- 1 3 2 ユニット装着領域
- 1 4 0 複合圧電式エアバルブ
- 1 4 1, 1 4 2 側版
- 1 4 3 ボルト
- 1 4 4 ナット
- 1 4 5 パイプ
- 1 4 8 ガスケット

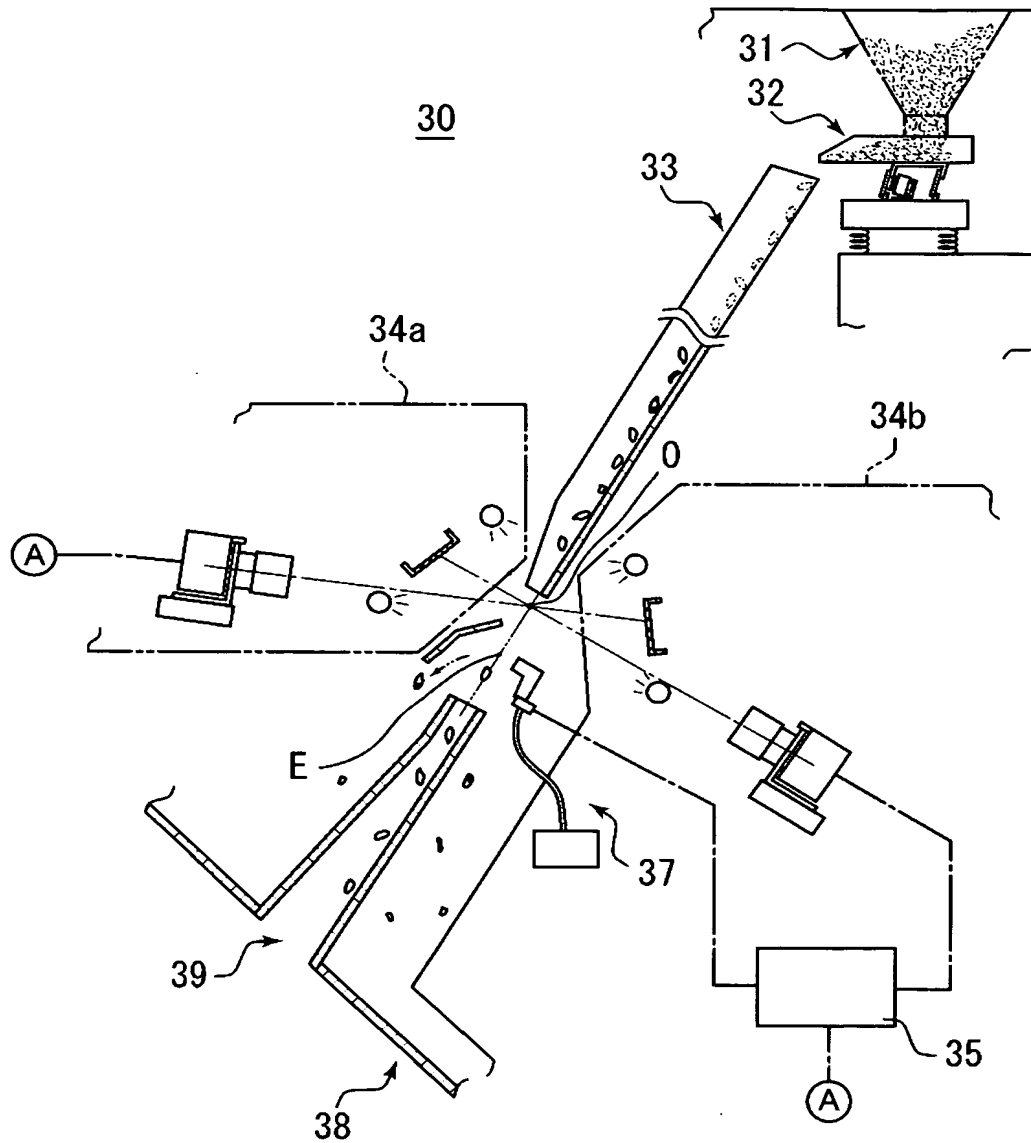
【書類名】

図面

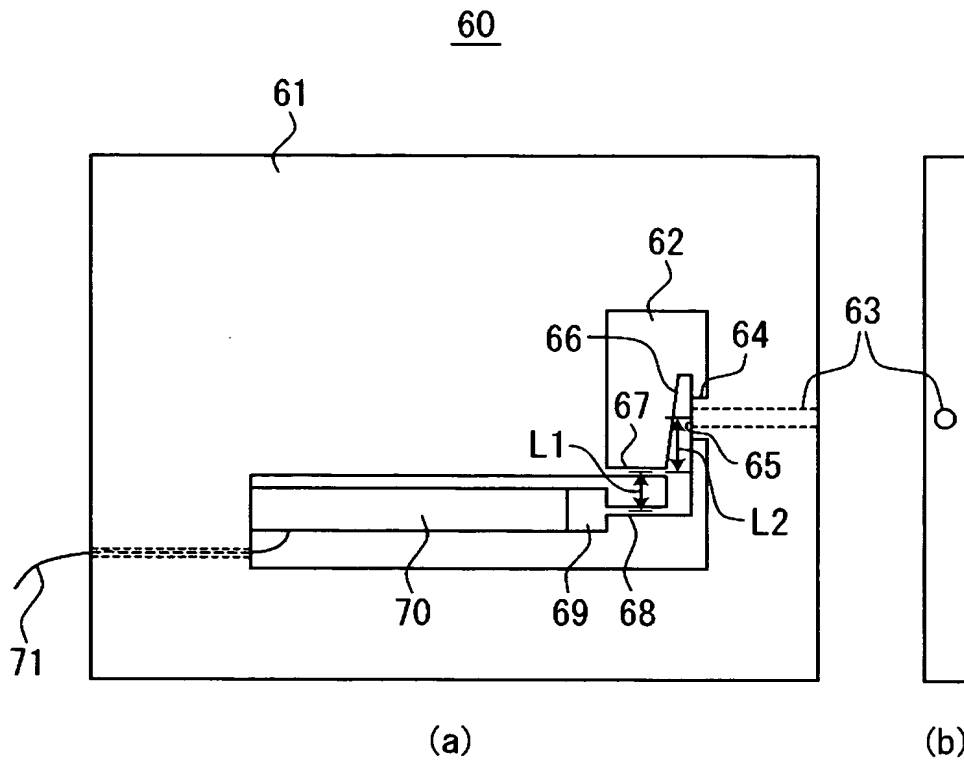
【図 1】



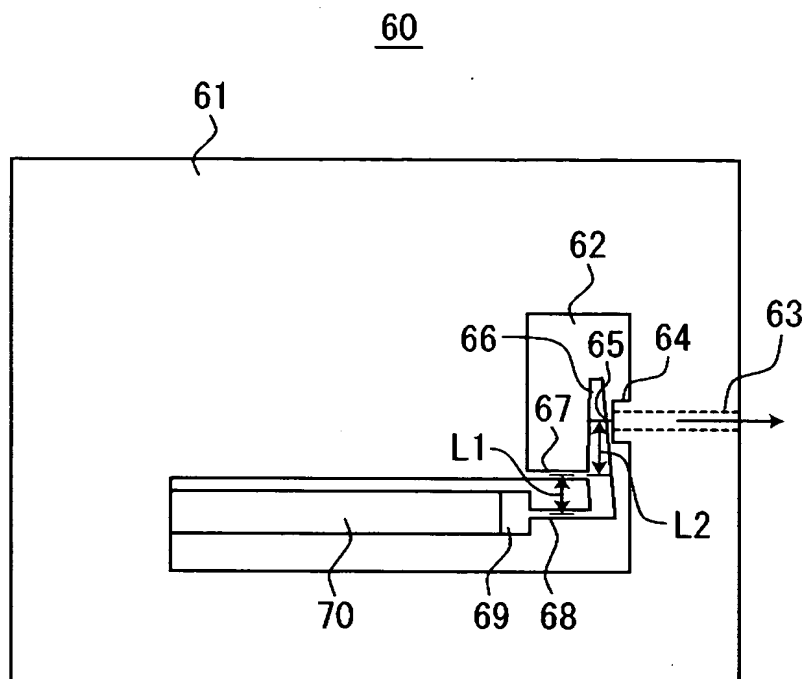
【図 2】



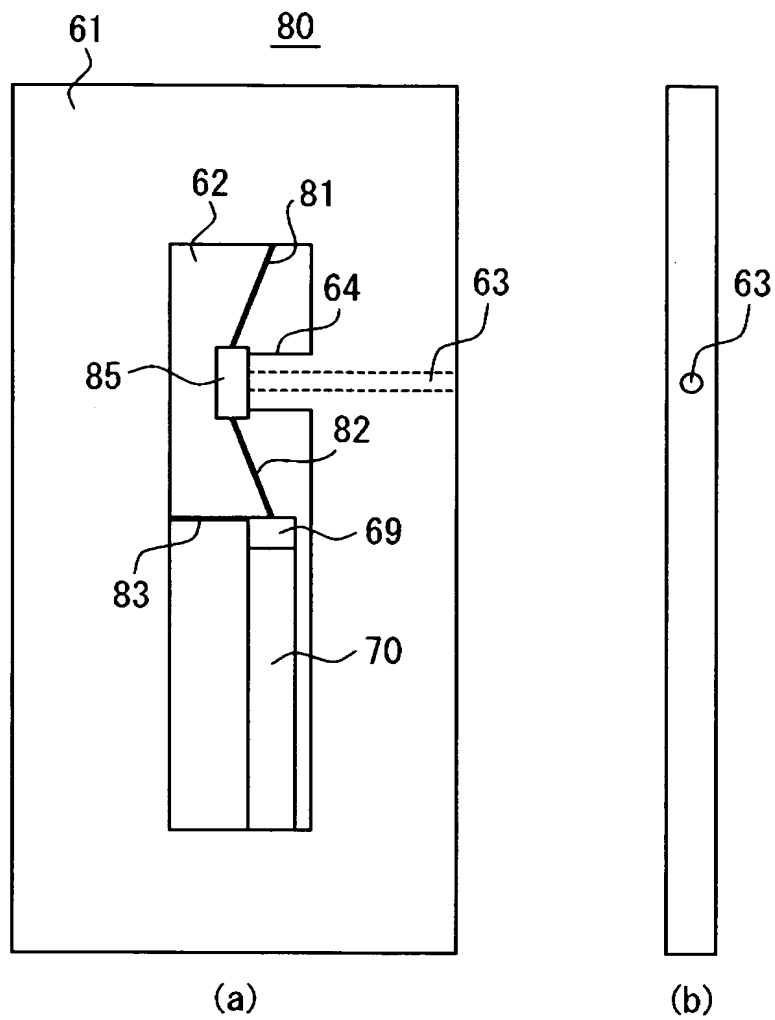
【図 3】



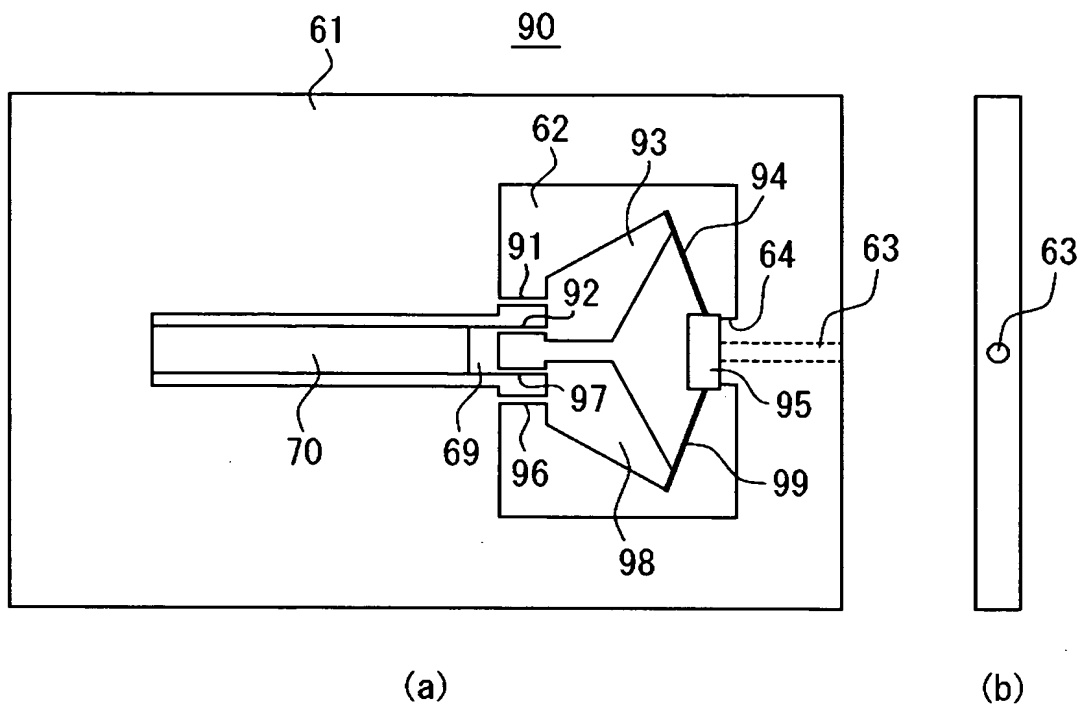
【図 4】



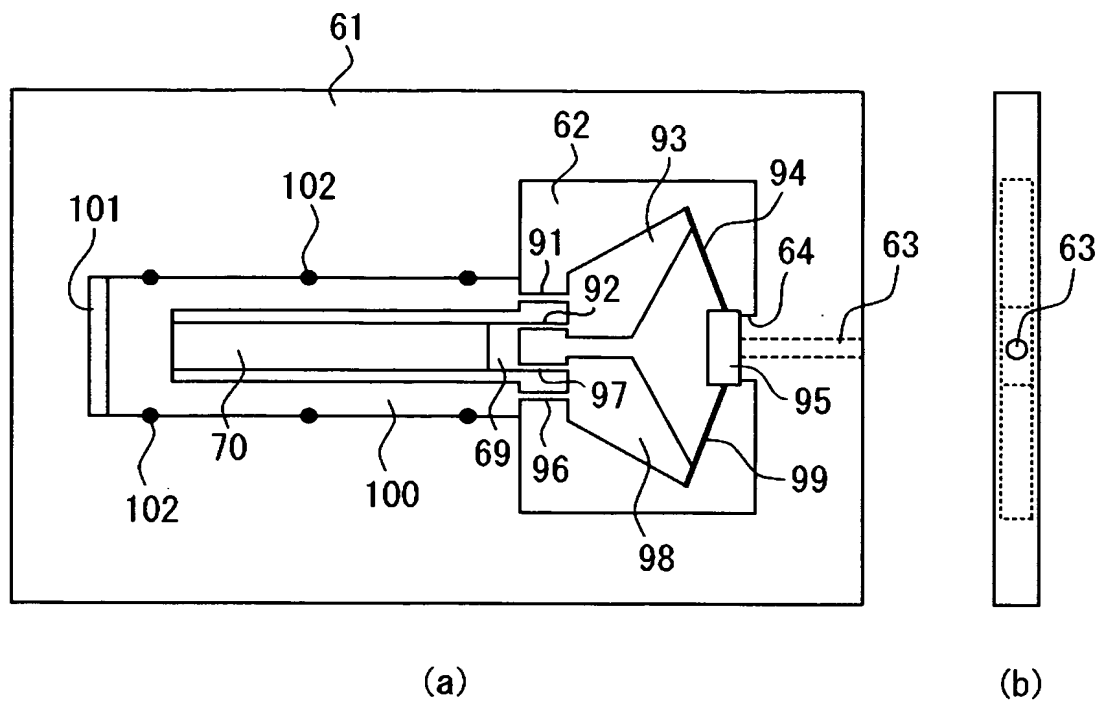
【図 5】



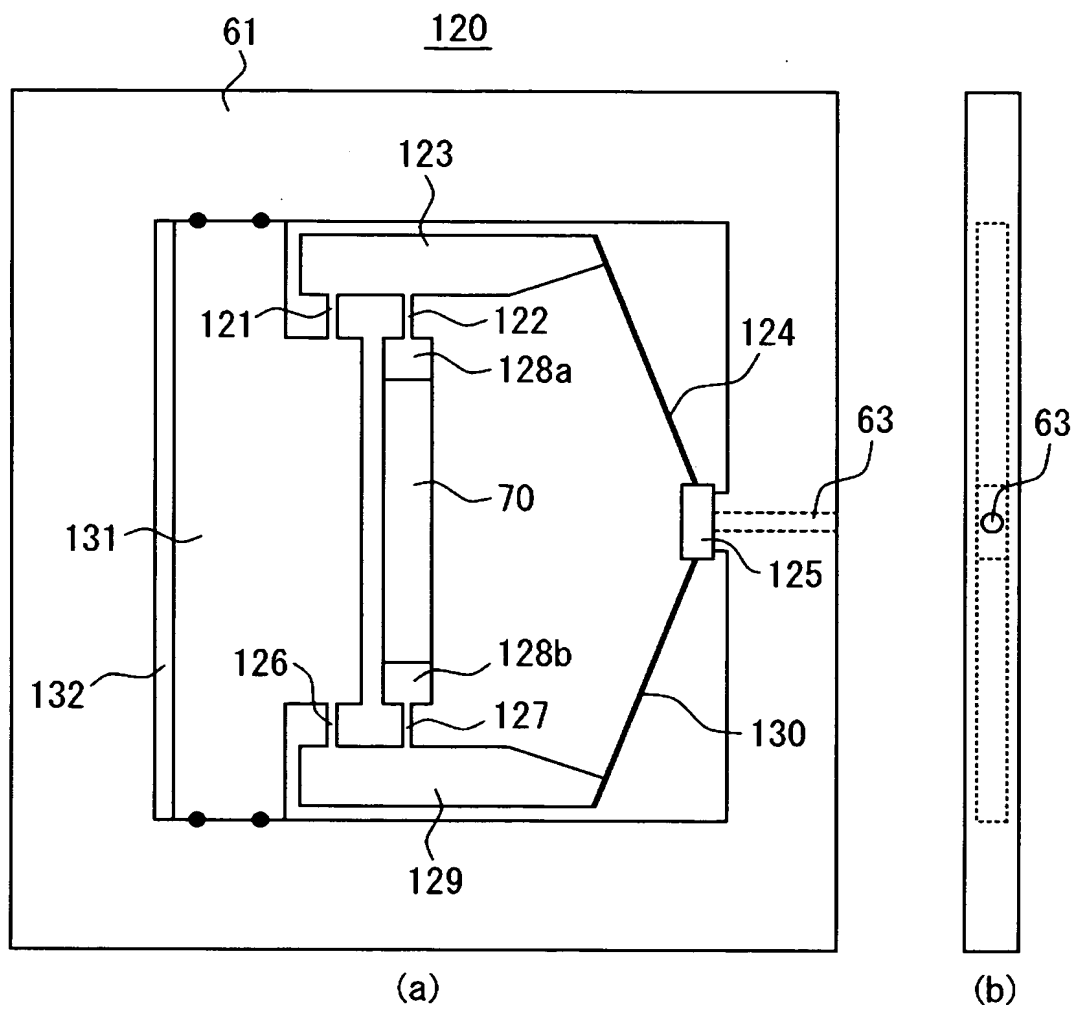
【図 6】



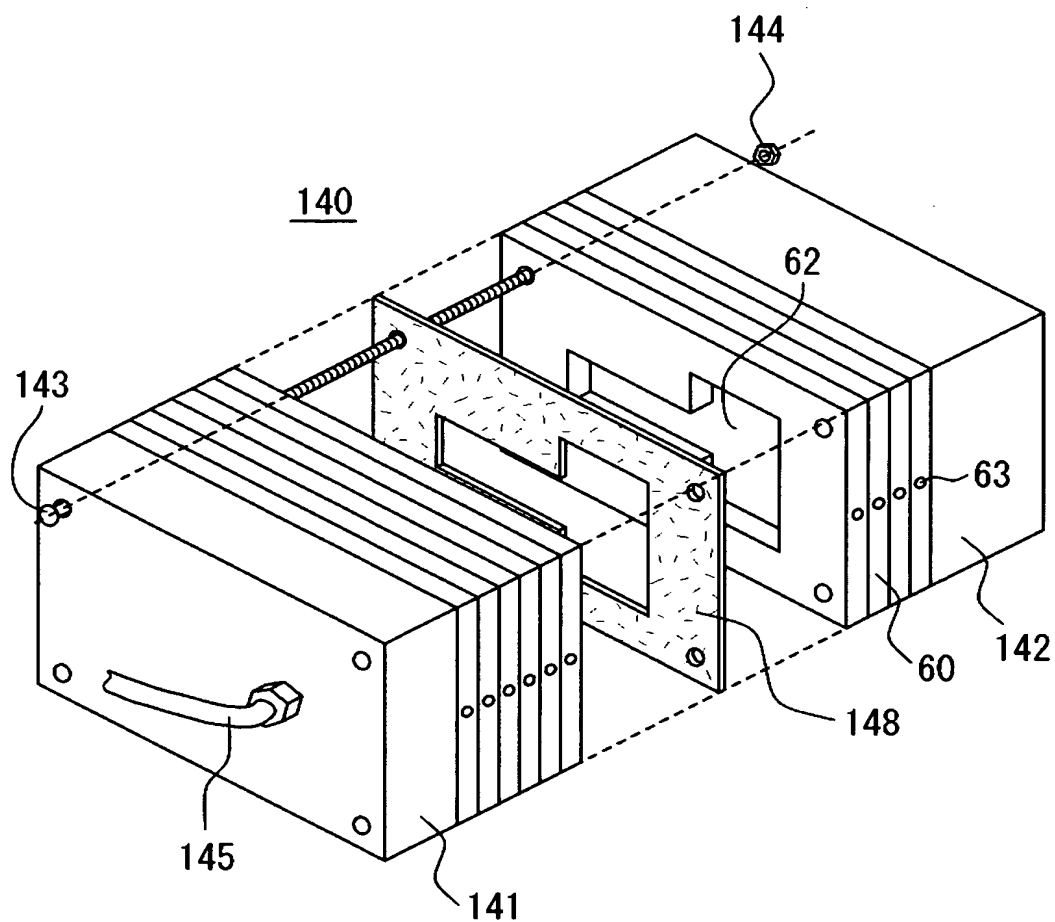
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 十分な噴風量のエアパルスを実定的に得られるとともに、小型、低消費電力の、圧電素子を利用したエアバルブを提供する。

【解決手段】 エアバルブは、本体内の空気圧力室とエアパルスを発する空気排出口との間の開放／閉鎖を制御する弁体と、前記開放／閉鎖動作に必要な駆動力を変位として発生する圧電素子と、該圧電素子が発生する小さい変位をテコの原理により拡大して弁体に作用させる変位拡大機構とを具備する。圧電素子の変位は、変位拡大機能によって拡大されて弁体に作用するため、空気圧力室と空気排出口との間に大きな間隙が提供される。弁体と圧電素子は、変位拡大機構を介して連結されているため、圧電素子への通電が解除されると、復帰力は弁体に強制的に伝達され、間隙の閉鎖が速やかに行われる。単体エアバルブを複数個連結することにより、共通空気圧力室を有した複合圧電エアバルブが構成される。

【選択図】 図 6

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 1 1 3 7 8 6
受付番号	5 0 3 0 0 6 4 4 9 1 6
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0 0 9 2
作成日	平成 1 5 年 4 月 2 1 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】 平成 15 年 4 月 18 日

次頁無

特願 2 0 0 3 - 1 1 3 7 8 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 1 8 1 2]

1. 変更年月日	2 0 0 1 年 5 月 7 日
[変更理由]	名称変更
住 所	東京都千代田区外神田 4 丁目 7 番 2 号
氏 名	株式会社サタケ

特願 2 0 0 3 - 1 1 3 7 8 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [5 0 2 2 5 4 7 9 6]

1. 変更年月日	2 0 0 2 年 7 月 1 5 日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都品川区二葉四丁目 8 番 1 号
氏 名	有限会社電子精機